

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 38 09 906 C 2

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 16 C 23/08**  
F 16 C 27/04

②① Aktenzeichen: P 38 09 906.3-12  
②② Anmeldetag: 24. 3. 88  
④③ Offenlegungstag: 12. 10. 89  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 5. 91

DE 38 09 906 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Maschinenfabrik Joseph Eich KG u. Partner GmbH,  
4320 Hattingen, DE

⑦④ Vertreter:

Oidtman, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Bockermann, R.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 4630 Bochum

⑦⑦ Erfinder:

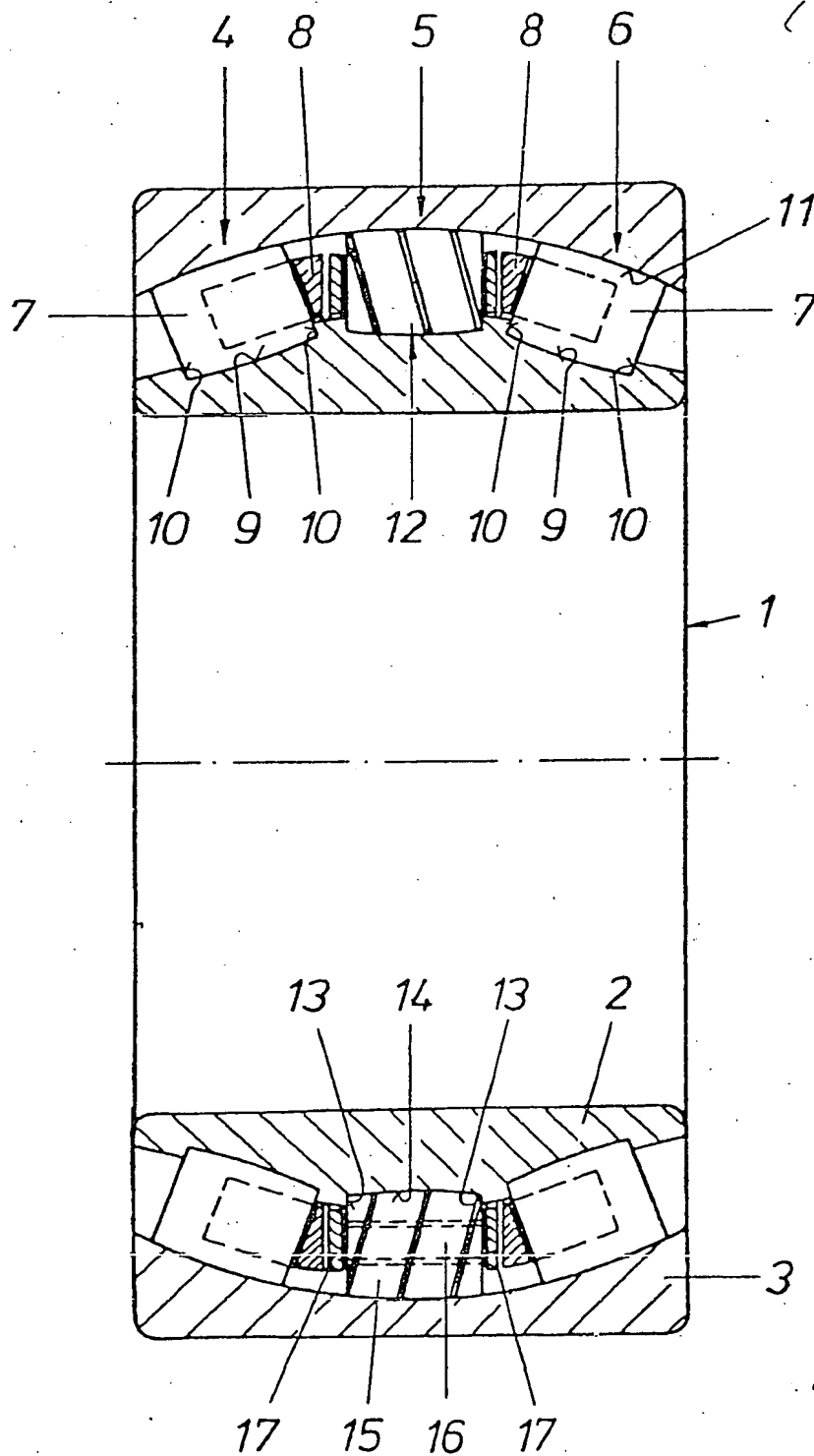
Niederhagemann, Wolfgang, 4320 Hattingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS	5 11 985
DE-OS	21 55 290
DE-GM	70 03 667
FR	13 51 150
FR	5 55 536
US	14 98 571

⑤④ Radial-Pendelrollenlager

DE 38 09 906 C 2



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Radial-Pendelrollenlager gemäß den Merkmalen im Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei den üblichen Bauformen eines Radial-Pendelrollenlagers hat der Außenring eine hohlkugelig geschliffene Rollbahn für die Wälzkörper, so daß sich der Innenring mit den Wälzkörperreihen um den Lagermittelpunkt schwenkbar einstellen kann. Dadurch wird das Radial-Pendelrollenlager unempfindlich gegen Fluchtfehler der Welle zum Gehäuse und gegen Durchbiegungen der Welle. Den Radial-Pendelrollenlagern ist unabhängig von der Bauform gemeinsam eine hohe radiale und eine gewisse axiale Tragfähigkeit zu eigen, weshalb sie bei hoch belasteten Lagerstellen eingesetzt werden, an denen mit Fluchtfehlern zwischen Welle und Gehäuse gerechnet werden muß.

Obwohl sich Radial-Pendelrollenlager grundsätzlich bewährt haben, ist es nach wie vor ein Bestreben der Praxis, ihre Tragfähigkeit ohne wesentliche Vergrößerung der Außen- und Innenabmaße heraufzusetzen. Dies konnte bislang aber nur in vergleichsweise geringem Umfang über eine Verbesserung der Werkstoffqualität und/oder durch qualitativ genauere und höherwertigere Herstellungsverfahren erreicht werden.

Im Umfang des dreireihigen Pendelrollenlagers gemäß der US-PS 14 98 571 hat man zwar versucht, die Tragfähigkeit zu erhöhen. Ein solches Pendelrollenlager ist jedoch praktisch nicht denkbar.

Dieses Pendelrollenlager könnte mit massiven Wälzkörpern theoretisch nur dann hergestellt werden, wenn das Relativlagerspiel aller drei Wälzkörperreihen mit den Wälzkörpern gleich Null wäre. Ein solches Lagerspiel ist aber mit einem wirtschaftlich noch vertretbaren Aufwand nicht zu fertigen.

Wollte man dessenungeachtet dieses Pendelrollenlager mit einem gezielten Lagerspiel fertigen, so hätte dies zur Folge, daß bei Axialbelastungen stets nur die mittlere Wälzkörperreihe gemeinsam mit einer der beiden äußeren Wälzkörperreihen beansprucht würden. Dennoch wäre bei theoretisch zunächst noch ausreichendem Lagerspiel zu beobachten, daß dann die Wälzkörper der mittleren Wälzkörperreihe zwangsläufig an der äußeren hohlkugeligen Rollbahn in den Selbsthemmungsbereich gelangen würden. Mithin würde das gesamte Pendelrollenlager seine Funktionsfähigkeit verlieren.

Eine Erhöhung der Tragfähigkeit eines Pendelrollenlagers durch Hinzufügung einer dritten Lagerreihe mit massiven Wälzkörpern ist demzufolge unter praktischen Gesichtspunkten denkgesetzlich nicht erzielbar.

Aus der DE-OS 21 55 290 geht ein dreireihiges Zylinderrollenlager hervor. Dieses Lager ist mit einem Radial-Pendelrollenlager nicht gattungsgleich und schon von daher nicht geeignet, um Anregungen in Richtung auf die Ausbildung eines Pendelrollenlagers zu vermitteln.

Bei diesem Zylinderrollenlager werden die Wälzkörper der drei Wälzkörperreihen in Richtung auf die zentrale Belastung mit Axialbohrungen zunehmenden Durchmessers versehen. Mit dieser Maßnahme soll erreicht werden, daß ausgehend von der von der Belastung entferntesten Wälzkörperreihe in Richtung auf die Belastung die Elastizität der Wälzkörperreihen stetig zunimmt, um der durch die Belastung hervorgerufenen Durchbiegung der Welle Rechnung zu tragen.

Untersucht man jedoch diesen Stand der Technik genauer, so stellt man auf Anhieb fest, daß dieser Vor-

schlag einem Trugschluß unterliegt.

Es läßt sich nämlich durch einfaches Nachrechnen unter Zugrundelegung der Hertz'schen Pressung sowie der Wöhler-Kurven nachweisen, daß die durch die einzelnen Wälzkörper in der äußeren Rollbahn hervorgerufenen Verformung (Vertiefungen) größer sind als die durch die Axialbohrungen mögliche Verformung der Wälzkörper aus der idealen Zylinderform in eine ovale Form.

Dieser Sachverhalt hat zur Folge, daß eine gleichmäßige Tragfähigkeit aller drei Wälzkörperreihen nicht erreichbar ist.

Selbst unter der Annahme, daß die Wanddicke der Wälzkörper so bemessen würde, daß eine Verformung aus der zylindrischen Form in eine ovale Form möglich wäre, die dann größer ist als die durch die Hertz'sche Pressung hervorgerufene Verformung in der Rollbahn, würde sich jedoch denkgesetzlich der Nachteil ergeben, daß dann die Wanddicken der Wälzkörper so dünn wären, daß sie keine Tragfähigkeit mehr gewährleisten könnten.

Der Erfindung liegt, ausgehend von dem im Oberbegriff des Anspruchs 1 beschriebenen Radial-Pendelrollenlager die Aufgabe zugrunde, dieses so auszugestalten, daß es im Vergleich zu einem zweireihigen Radial-Pendelrollenlager eine wesentlich höhere Tragfähigkeit aufweist, ohne daß dies zu Lasten der Einbauabmaße bzw. von höheren Werkstoffqualitäten und/oder aufwendigeren Fertigungsmethoden geht.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmalen.

Die Anordnung einer mittleren Wälzkörperreihe aus axial und radial elastisch verformbaren tonnenförmigen Federrollen hat den besonderen Vorteil, daß sich bei Relativverschiebungen von Innenring und Außenring die Federrollen der dann verändernden Geometrie ohne weiteres anpassen können, und zwar in dem Sinne, daß weder die mit der Integrierung der mittleren Wälzkörperreihe erzielte höhere Tragfähigkeit beeinträchtigt wird, noch daß das Radial-Pendelrollenlager hinsichtlich der Wälzkörper der mittleren Wälzkörperreihe in den Selbsthemmungsbereich geraten kann.

Aufgrund tonnenförmiger Federrollen, wie sie beispielsweise aus der FR 5 55 636 bei einreihigen Wälzlagern bekannt sind, ist es gemäß der Erfindung besonders vorteilhaft, wenn die Merkmale des Anspruchs 2 zum Tragen kommen, weil durch die Elastizität der Federrollen auch bei Durchbiegungen der Welle und bei Fluchtfehlern eine verhältnismäßig gleichmäßige Druckverteilung im Lager über die gesamte Rollenlänge erzielt wird.

Eine weitere Erhöhung der Elastizität wird unter Anwendung der Merkmale des Anspruchs 3 erzielt. Der Abstand der Windungen befindet sich dann im Zehntel-millimeterbereich.

Obwohl es verschiedene Möglichkeiten gibt, die Federrollenbolzen abzustützen, sieht eine besonders zweckmäßige Ausführungsform der Erfindung die Merkmale des Anspruchs 4 vor. In diesem Fall hat jede Wälzkörperreihe einen eigenen Wälzkörperkäfig bzw. Wälzkörperkorb. Vorstellbar ist selbstverständlich auch eine Bauart, bei welcher für sämtliche Wälzkörperreihen ein gemeinsamer Käfig vorgesehen wird.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Mit 1 ist in der Darstellung ein Radial-Pendelrollenla-

ger bezeichnet. Der zur Festlegung auf einer Welle dienende Innenring trägt das Bezugszeichen 2, während der beispielsweise in einem Gehäuse zu fixierende Außenring das Bezugszeichen 3 trägt.

Das Pendelrollenlager 1 ist mit drei nebeneinander angeordneten Lagerreihen 4-6 versehen. Hierbei bestehen die beiden äußeren Lagerreihen 4 und 6 aus massiven tonnenförmigen Wälzkörpern 7, die jeweils für sich in einem Käfig 8 auf umfangsseitig gleichmäßigem Abstand zwischen Innenring 2 und Außenring 3 gehalten sind.

Es ist zu erkennen, daß sich die massiven Wälzkörper 7 an Rollbahnen 9 des Innenrings 2 abstützen, die durch Borde 10 seitlich begrenzt sind. Hinsichtlich des Außenrings 3 stützen sich die Wälzkörper 7 an einer gemeinsamen hohlkugeligen Rollbahn 11 ab, deren Krümmung der Krümmung der Wälzkörper 7 entspricht.

Denkbar ist aber auch eine Bauart, bei der die Borde 10 entfallen können. In diesem Fall würden sich die Wälzkörper 7 dann durch Selbsteinstellung zwangsweise ins Zentrum der Rollbahn 9 bringen.

Die mittlere Wälzkörperreihe 5 weist tonnenförmige Federrollen 12 auf, die sich an einer durch Borde 13 seitlich begrenzten Rollbahn 14 am Innenring 2 abstützen und deren Kontur ebenfalls an die hohlkugelige Rollbahn 11 im Außenring 3 angepaßt ist.

Die einzelnen Federrollen 12 sind aus einem Federstahlband 15 gebildet, das schraubenförmig auf einen Bolzen 16 gewickelt, anschließend in der Rollenlänge abgestochen, dann gehärtet und schließlich geschliffen ist. Um einseitige Schmierstoff-Förderungen zu vermeiden, ist es zweckmäßig, die Federrollen 12 abwechselnd mit Rechts- und Linkssteigung einzusetzen. Der Innendurchmesser der Federrollen 12 ist größer als der Außendurchmesser der Bolzen 16 bemessen.

Die Federrollenbolzen 16 stützen sich an zwei neben den Federrollen 12 erstreckenden schmalen Führungsrinnen 17 ab.

Obwohl es denkbar ist, daß die Windungen der Federrollen 12 unmittelbar aneinanderliegen, kann es jedoch zur Erhöhung ihrer axialen und/oder radialen Elastizität zweckmäßig sein, zwischen den Windungen einen Abstand im Zehntelmillimeterbereich vorzusehen.

#### Patentansprüche

1. Radial-Pendelrollenlager mit einem inneren und einem äußeren Rollbahnring (2, 3), bei welchem in zumindest einem Käfig (8) auf umfangsseitig gleichmäßigem Abstand gehaltene tonnenförmige Wälzkörper (7, 12) in drei Lagerreihen (4, 5, 6) nebeneinander angeordnet sind, deren Kontur an eine gemeinsame hohlkugelige Rollbahn (11) im Außenring (3) angepaßt ist, wobei sich die Wälzkörper (12) der mittleren Wälzkörperreihe (5) an einer durch Borde (13) seitlich begrenzten Rollbahn (14) am Innenring (2) abstützen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden äußeren Wälzkörperreihen (4, 6) mit massiven Wälzkörpern (7) eine mittlere Wälzkörperreihe (5) angeordnet ist, die aus axial und radial begrenzt elastisch verformbaren tonnenförmigen Federrollen (12) gebildet ist.
2. Radial-Pendelrollenlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder elastische Wälzkörper (12) aus einem schraubenförmig über einen Bolzen (16) gewickelten Federstahlband (15) gebildet ist.
3. Radial-Pendelrollenlager nach Anspruch 2, da-

durch gekennzeichnet, daß die Windungen des Federstahlbands (15) mit Abstand zueinander verlaufen.

4. Radial-Pendelrollenlager nach mindestens einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bolzen (16) der Federrollen (12) an zwei sich neben den Federrollen (12) erstreckenden schmalen Führungsrinnen (17) abgestützt sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen